

Monitoramento do uso do solo urbano com base em interpretação visual de imagem de satélite Alos (Prism) e Google Earth: um estudo de caso na Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) – município do Rio de Janeiro (RJ)

Vivian Castilho da Costa ¹
Rodrigo Conceição da Silva ¹
Cinthia Quintela Gomes Lopes ²
Simone Magalhães Silva ²

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/IGEOG
Caixa Postal 20.550-013 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
vivianuerj@gmail.com
rsc_geo@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/IGEO
Caixa Postal 21.941-916 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
tim_quintela@hotmail.com
simone.magalhaes@ymail.com

Abstract. This work has enable verification techniques for visual interpretation of urban space, especially around protected areas, detecting and evaluating the changes in this part of the urban area of Rio de Janeiro city, particularly in its west site, with the buffer zone of Parque Estadual da Pedra Branca, where the intensity and changes in land use has been increasingly intensified by speculation of construction industry.

Although protected within the conservation area, the vegetated areas of PEPB continue to suffer intense external pressure. The overall objective of this study is to map the changes in land use through techniques of visual interpretation of satellite images and identify the agents and vectors of pressure in the buffer zone of the park, providing an important tool for public awareness and decision of effective participatory management measures by its governing body (INEA - State Environmental Institute).

Palavras-chave: remote sensing, image processing, GIS, sensoriamento remoto, processamento de imagens, SIG.

1. Introdução

O processo de ocupação urbana da cidade do Rio de Janeiro vem ocorrendo de forma acelerada, principalmente nesta última década. O sensoriamento remoto vem sendo a técnica alternativa para monitorar tal evolução de forma eficiente a fim de avaliar com maior detalhamento de análise no processo de crescimento do espaço urbano. Segundo Oliveira & Costa (2001): “Esta técnica, aliada a outras tecnologias, fornece a possibilidade de monitorar, além do crescimento urbano, os problemas ambientais decorrentes do processo de expansão da mancha urbana.”.

Neste sentido, a presente pesquisa vem possibilitar a verificação de técnicas de interpretação visual do espaço urbano, principalmente no entorno de unidade de conservação em áreas urbanas, detectando e avaliando as mudanças ocorridas nesta parte da mancha urbana da cidade do Rio de Janeiro, particularmente na zona oeste, onde a intensidade e as transformações no uso do solo vem sendo cada vez mais intensificadas pela especulação imobiliária.

A fotointerpretação é uma técnica bastante eficiente em sensoriamento remoto, tanto para fotografias aéreas como para imagens de satélite, por usar técnicas de examinar objetos em fotos e imagens e deduzir sua significação na elaboração de mapas temáticos, tais como geomorfologia, vegetal, uso do solo, entre outros. Na fotointerpretação, diferentemente da fotogrametria, não dependemos muito da acurácia posicional e geométrica dos objetos qualitativa e quantitativamente ou da escala de detalhamento, mas na fotointerpretação visual,

dependemos dos elementos de reconhecimento da imagem, elementos esses que são dependentes da forma, cor, tonalidade, padrão, tamanho, textura e sombra.

É com base nesses elementos que elaboramos uma chave de interpretação ou de classificação, a qual serve de guia para o fotointérprete na identificação rápida dos alvos. A chave serve de descrição e ilustração típica dos alvos e se torna um método muito interessante e viável quando não se consegue realizar uma classificação digital da imagem, atendendo aos objetivos do trabalho.

Uma das vantagens da fotointerpretação é que elas podem ser adaptadas para sensores de diferentes satélites e permite que o fotointérprete iniciante organize as informações na fotografia ou imagem, de modo a melhorar a eficiência do mapeamento.

A interpretação visual, envolvendo uma interação direta do ser humano com o computador, envolvendo um alto índice de decisão é adequada para uma avaliação espacial, mas deixa a desejar quanto a exatidão quantitativa (uso de técnicas de processamento digital). A estimativa de área na interpretação visual envolve a medição planimétrica das regiões identificadas visualmente, e nesses casos, erros na definição dos contornos podem prejudicar a precisão na determinação da área.

As imagens de satélite de alta resolução espacial, principalmente em seu modo pancromático, vem possibilitando ter altas resoluções, a exemplo do modo PRISM (*Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping*) do satélite Japonês Alos (Jaxa). Segundo o IBGE (2009, p. 9), “as imagens PRISM apresentam grande potencial de uso para mapeamento topográfico, tanto devido a sua alta resolução espacial (2,5 metros) quanto a sua capacidade estereoscópica, que torna possível a geração de Modelos Digitais de Elevação (MDEs)”.

Com a disponibilização de uma cena inteira cobrindo o Parque Estadual da Pedra Branca pela imagem Alos PRISM, adquirida através de uma premiação da empresa Nova Terra Geoprocessamento em 2009 ao Grupo de Estudos Ambientais (GEA, pertencente ao Instituto de Geografia – IGEOG da UERJ), viu-se a possibilidade de criar mapeamentos temáticos utilizando tal imagem. Sem a condição de serem usadas outras imagens para realizar uma fusão multiespectral, fez-se então o mapeamento do uso do solo através da interpretação visual da Alos, com o apoio das imagens de alta resolução do Google Earth, que cobrissem, na mesma escala, todas as áreas a serem mapeadas no local de estudo.

1.1 Objetivos

Embora protegidas dentro da Unidade de Conservação - Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) - as áreas vegetadas continuam sofrendo intensa pressão. O objetivo geral do presente estudo é mapear as transformações no uso do solo e identificar os vetores e agentes de pressão na Zona de Amortecimento do parque, oferecendo um importante subsídio para a conscientização da população e a tomada de medidas de gestão efetivamente participativa pelo seu órgão administrativo (INEA – Instituto Estadual do Ambiente). Corroborando com tal perspectiva, os objetivos específicos são:

- Utilizar técnicas de sensoriamento remoto para a interpretação visual de imagens de satélite;
- Comparar (monitorar) a evolução do uso e cobertura do solo em dois períodos distintos (2004 e 2008) da área de estudo, através do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG);
- Apontar as áreas sob maior pressão antrópica no espaço urbano da Zona de Amortecimento estabelecida por COSTA *et al.* (2009);
- Identificar os agentes e vetores de pressão sobre a unidade de conservação (Parque Estadual da Pedra Branca).

1.2 Breve caracterização da área de estudo

Encravado na zona oeste do município do Rio de Janeiro, o maciço da Pedra Branca abriga importantes remanescentes da Mata Atlântica, por este motivo possui uma unidade de conservação de uso integral – um parque estadual – de mesmo nome, criado a partir da Lei Nº. 2377 de 28/06/74.

O PEPB, por se tratar de uma unidade de conservação urbana, merece especial atenção no que diz respeito a necessidade de monitoramento das alterações de uso e ocupação em seu entorno imediato, ou seja, em sua Zona de Amortecimento de 1 Km para fora dos limites do parque (Figura 1).

Esta zona de interface do PEPB¹ e seu entorno é caracterizada como uma área em intenso processo de crescimento urbano (formal e informal), demonstrando um cenário de tendência à uma pressão mais direta sobre a área em si protegida (acima da cota altimétrica 100 m).

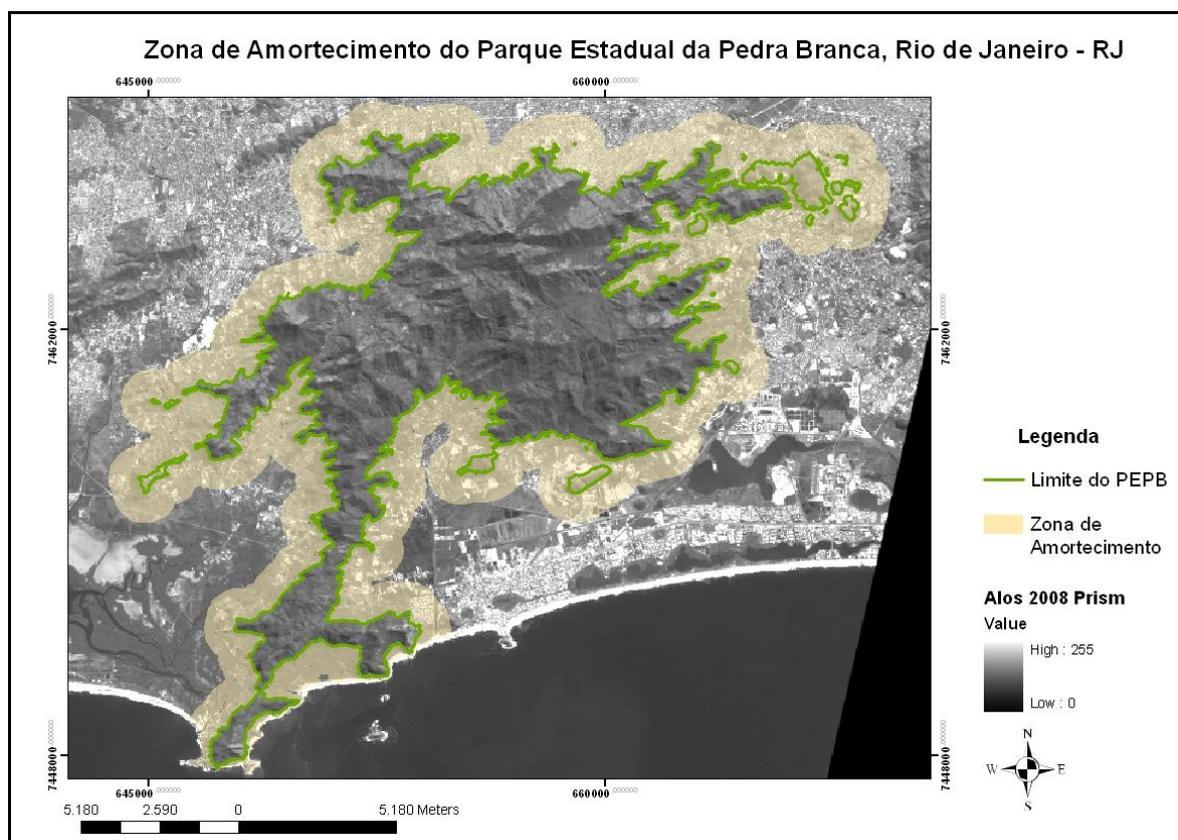


Figura 1 – Mapa de localização do PEPB e Zona de Amortecimento.

2. Metodologia de Trabalho

Inicialmente, para o mapeamento de uso e cobertura da área analisada, a metodologia escolhida pautou-se na interpretação visual da imagem Alos (PRISM) de 2008 (resolução espacial de 2,5 metros) para atualização do mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal criado por COSTA (2006)².

¹ A importância da interface entre as UCs e o seu entorno aparecem registrados na resolução CONAMA nº 13/1990 e na Lei do SNUC (Lei Federal nº 9985/2000, artigo 25), que determina que todas as unidades de conservação, com exceção das Áreas de Proteção Ambiental - APAs e Reservas Particulares de Patrimônio Natural - RPPNs, tenham a sua “Zona de Amortecimento” definida (BRASIL, 2000).

² Mapeamento elaborado a partir de processamento digital de imagem de satélite SPOT 5 (2004, com resolução espacial de 2,5 metros). COSTA, V. C. **Proposta de Manejo e Planejamento Ambiental de Trilhas Ecoturísticas: Um Estudo de Caso no Maciço da Pedra Branca – Município do Rio de Janeiro (RJ)**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 2006.

No entanto, algumas limitações visuais foram sendo verificadas durante a etapa de identificação de algumas coberturas e usos. As dificuldades mais acentuadas foram as concernentes à diferenciação entre as coberturas “macega” e “floresta” (Figura 2 – fragmentos 1 e 2) uma vez que na imagem Alos ambas apresentavam texturas e tonalidades semelhantes.

O uso “cultivo” apresentou dificuldades de interpretação semelhantes às coberturas anteriormente citadas. Os cultivos dispostos na imagem possuíam texturas e refletância facilmente confundíveis, em áreas específicas, com o uso “Capim / campo” (Figura 2 – fragmentos 3 e 4). Ou mesmo quando estabelecidos próximos ou circundados pelas coberturas “floresta” ou “macega” sua identificação na imagem apresentava-se afanosa.

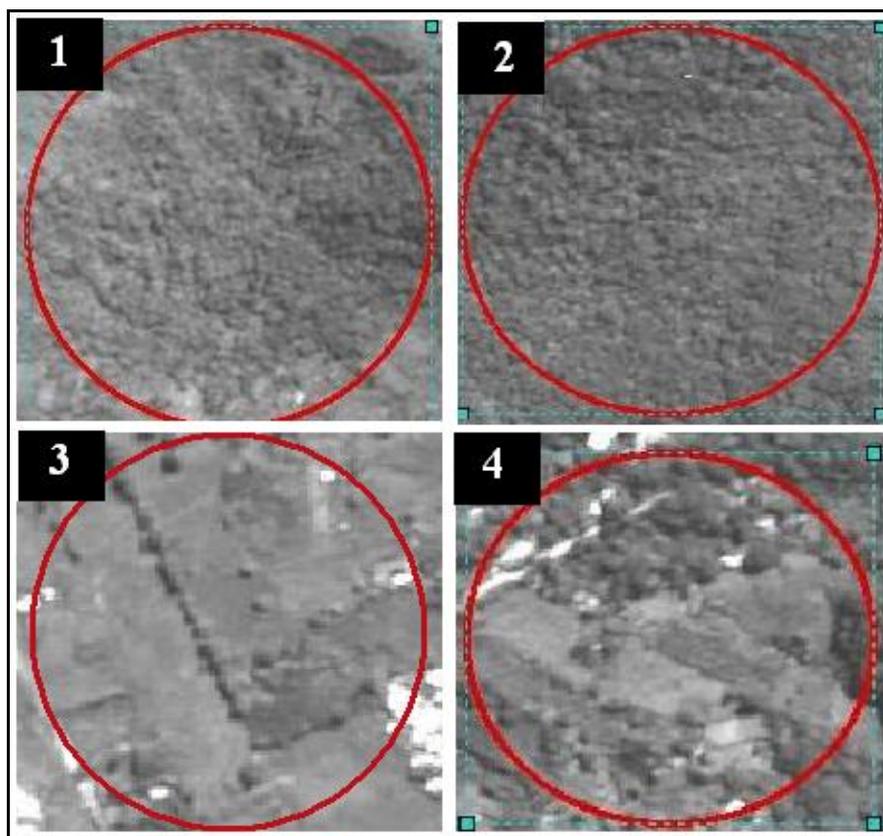


Figura 2 – Imagem Alos (2008), fragmentos de zoom na escala de 1:9000: Macega (1) / Floresta (2) / Capim/Campo (3) / Cultivo (4).

Para a superação das dificuldades relatadas foi utilizado o software *Google Earth* (contendo imagens em alta resolução da área referentes ao ano de 2009) como ferramenta de apoio à análise das coberturas e do uso que apresentavam, inicialmente, maior complexibilidade de interpretação.

Em um dos métodos adotados, o mapeamento foi realizado a partir da interpretação visual na imagem Alos que era imediatamente conferida no *Google Earth*, e quando necessária reconsiderada.

Fazendo uso de outro método (chave de interpretação), a cobertura e o uso eram identificados visualmente no *Google Earth* e, posteriormente, mapeados sobre a imagem Alos, junto ao ArcGIS 9.0³ (funções para criação da base de dados e edição vetorial), após

³ Licença pertencente ao Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geoprocessamento - NEPGEO em parceria com o Laboratório de Geoprocessamento – LAGEPRO, vinculados ao Instituto de Geografia (UERJ).

uma minuciosa comparação, entre as imagens utilizadas, para que se obtivesse a localização exata do que estava sendo identificado com o *Google Earth* (Figura 3).

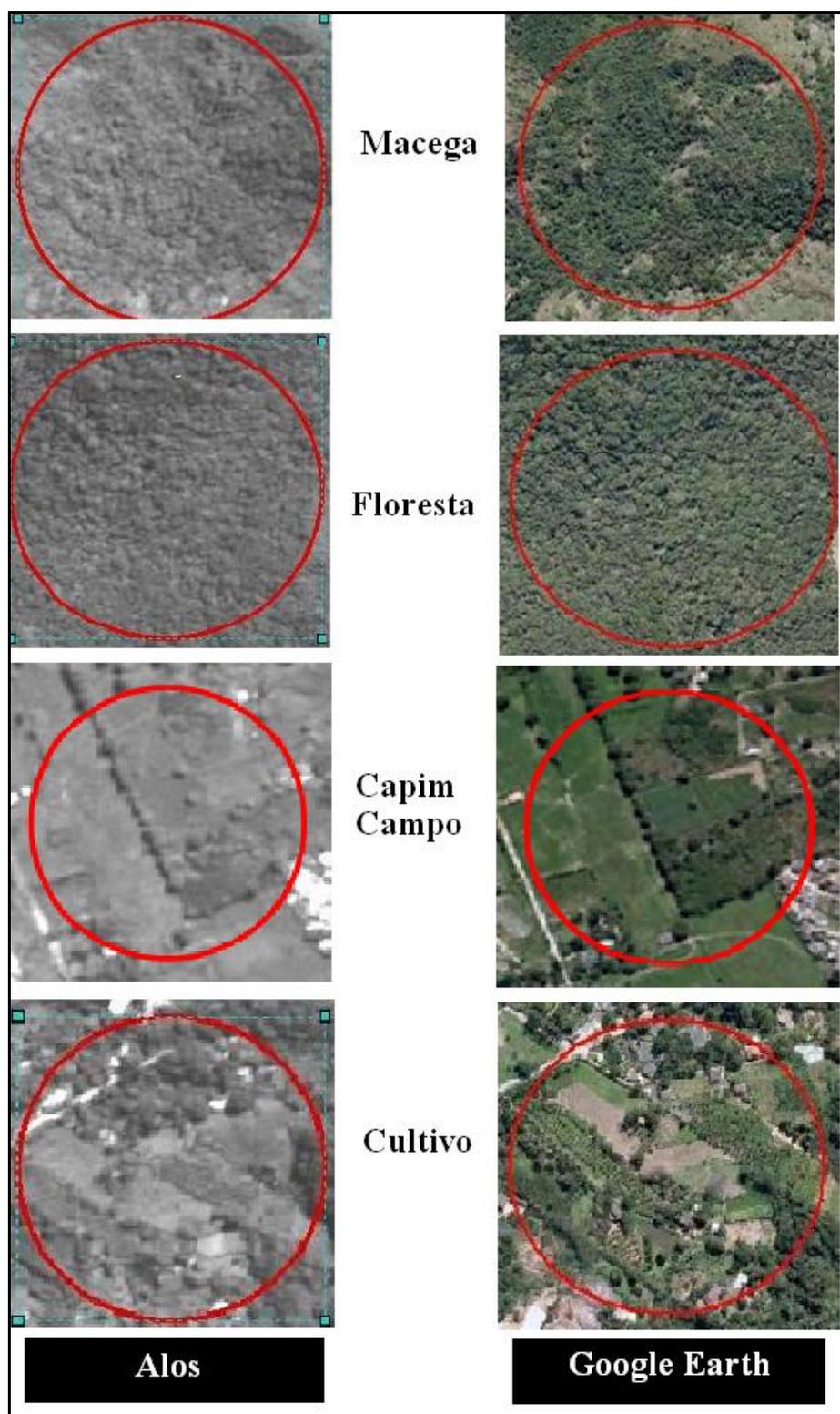


Figura 3 – Fragmentos de zoom na escala de 1:9000 (Alos, à esquerda; e *Google Earth*, à direita), utilizados como chave de interpretação: Macega, Floresta, Capim/Campo e Cultivo.

Dispondo dos mapeamentos referentes ao uso e cobertura do solo, pretérito e recente, optou-se pela utilização do software de SIG Vista SAGA (UFRJ) para a realização da monitoria do uso do solo em duas épocas (2004 e 2008) e extração de percentuais de áreas das classes qualitativas dos mapas, via conversão dos dados vetoriais para o formato raster do programa.

O módulo de monitoria ambiental do Vista SAGA permite o acompanhamento de alterações ambientais de diversas naturezas, e podem ser executadas em duas fases: simples e múltipla. A chamada monitoria simples pode ser feita através da comparação da ocorrência da mesma característica ambiental ao longo de duas ocasiões registradas e contidas nos dados inventariados. A do tipo múltipla estabelece a monitoria de alterações verificadas nas duas classes geradas pela monitoria simples, permitindo: indicar quais foram as categorias originais substituídas pela ocorrência da nova classe “tornou-se”; além de indicar quais as categorias que substituíram, no mapa mais novo, a classe “deixou de ser” (LAGEOP, 2007).

3. Resultados e Discussão

3.1 Comparação entre os percentuais de usos (2004 e 2008)

Com base na comparação entre os percentuais das classes de uso do solo de 2004 e 2008 na Zona de Amortecimento do PEPB, percebe-se um aumento significativo de áreas urbanizadas e uma grande diminuição de áreas de capim e/ou campo (Figuras 4 e 5).

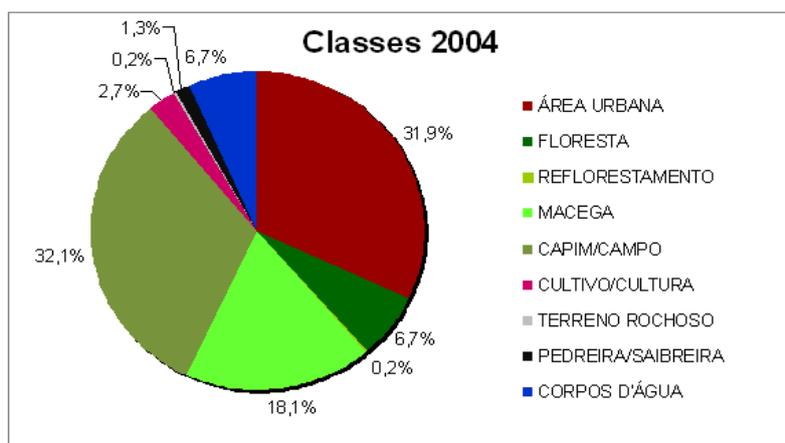


Figura 4 - Gráfico com os percentuais das classes de uso do solo em 2004.

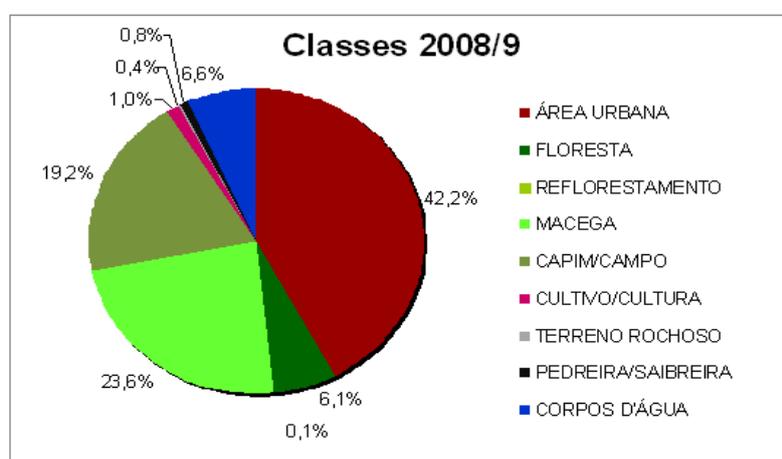


Figura 5 – Gráfico com os percentuais das classes de uso do solo em 2008/9.

3.2 Monitoria da classe de uso “Área Urbana”

O mapa da monitoria simples de classe “Área urbana” demonstra que as alterações de usos do solo para o uso urbano na Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca se concentram ao leste do parque (Figura 6), porção com um grande estoque de terras sem ocupação.

Dentre os percentuais considera-se um aumento de 14% de áreas urbanizadas no recorte em estudo (Quadro 1).

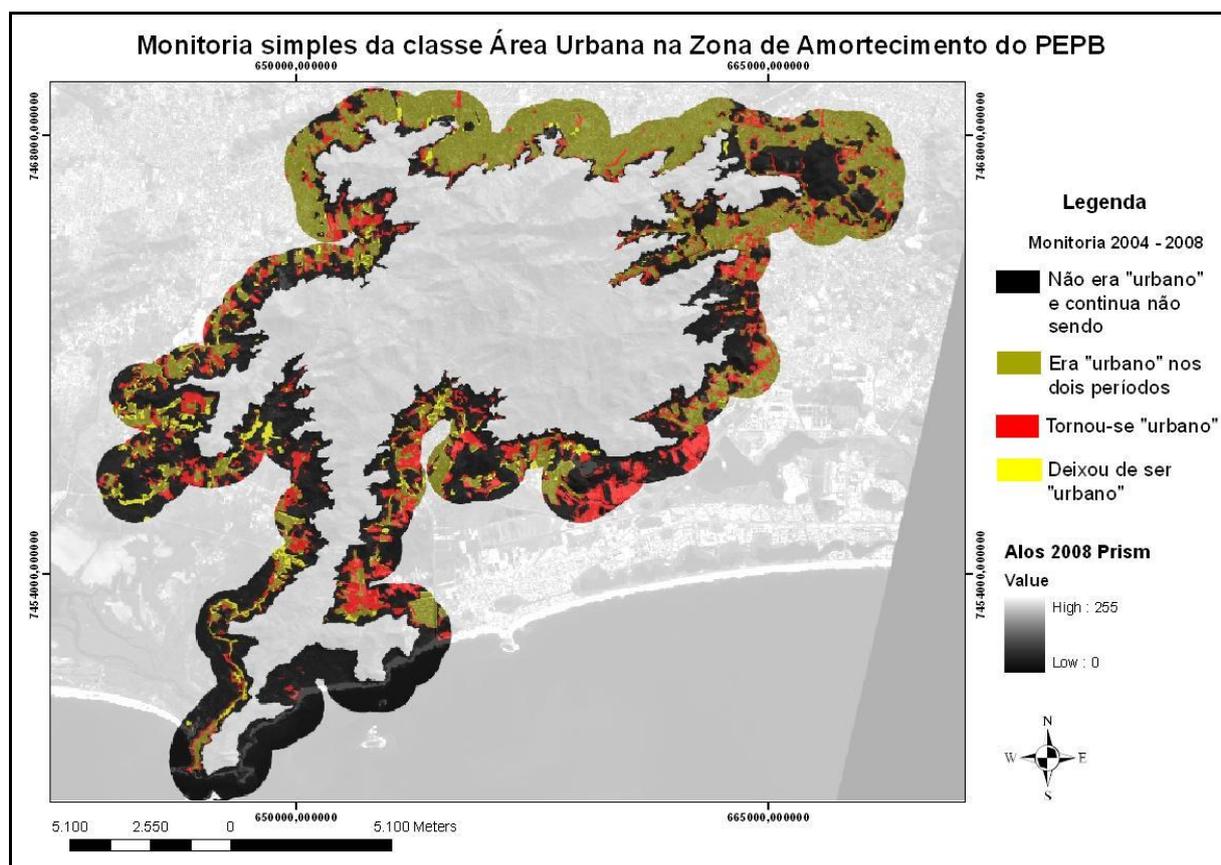


Figura 6 – Mapa de monitoria do tipo simples da Classe “Área Urbana” na Zona de Amortecimento do PEPB, dos anos de 2004 e 2008/2009.

Quadro 1 – Percentuais de área relacionados a monitoria simples da classe “Área Urbana” na Zona de Amortecimento do PEPB.

Categorias	Área (Hectares)	Percentual (%)
Não era “urbano” e continua não sendo	8.463,83	53
Era “urbano” nos dois períodos	4.434,26	30
Tornou-se “urbano”	2142,15	14
Deixou de ser “urbano”	537,79	3
Zona de Amortecimento (Área Total)	15.578,03	100

Fonte: Autores (2010).

Dentre os resultados relacionados à monitoria do tipo múltipla da classe “Área urbana”, pôde-se quantificar por meio de percentuais que, dentre os 14% de áreas que se tornaram urbanizadas na Zona de Amortecimento do PEPB - no período de 2004 e 2008/2009 -, 67%

destas são provenientes da classe de uso “Capim/Campo”, seguidas por 26% de “Macega” e 3% de “Floresta”. Já dentre os 3% de áreas que deixaram de possuir o aspecto de uso urbano do solo, 42% tornaram-se “Capim/Campo” e 48% “Macega”.

4. Conclusões

A análise do uso do solo urbano da zona de amortecimento do PEPB demonstrou, através da presente pesquisa, uma evolução preocupante em pouco mais que 4 anos de diferença no tempo para o monitoramento, onde podemos perceber que a ocupação por parte de residências, comércio, indústrias e outros tipos de usos urbanos da zona oeste (em especial a vertente leste da zona de amortecimento da área protegida) vem acarretando sérios problemas na manutenção de remanescentes e fragmentos florestais nos limites do parque. Tal perda vegetacional também pode estar dando lugar a outras classes de usos “sujos”, como áreas queimadas para o cultivo ou cultura da banana e de subsistência, que se espalham ainda nesta parte da cidade. Áreas devastadas pelo desmatamento acelerado (ainda na forma de capim ou campo de pastagem) também são visíveis no entorno do parque, seja pelo uso de ocupações irregulares ou subnormais, seja por loteamentos e parcelamento regular do solo, comprometendo também remanescentes de uma vegetação frágil em estágio baixo ou médio de regeneração, como é o caso da macega.

Cabe ressaltar que a continuidade do presente estudo está em andamento tanto no uso do SIG (SAGA-UFRJ) para a monitoria do tipo complexa, como para a expansão da área de estudo no mapeamento do uso do solo que irá considerar toda a área protegida (PEPB – acima da cota 100 m) a fim de serem confrontadas as duas áreas realizadas pela monitoria simples.

Neste sentido, serão utilizados os mesmos métodos de interpretação visual das imagens de satélite Alos e Google Earth e edição no software ArcGIS 9.0, já que estas técnicas se mostraram úteis, eficazes e relativamente rápidas para o mapeamento do uso do solo.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO) e Grupo de Estudos Ambientais (GEA) do Instituto de Geografia (IGEOG- UERJ).

A parceria com o Grupo de Estudos Ambientais da Zona Oeste (NEPGEO) do Departamento de Geografia (IGEO) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

5. Referências Bibliográficas

COSTA, N. M. C. da; COSTA, V. C. da ; SANTOS, J. P. C. dos. **Definição e Caracterização de Áreas de Fragilidade Ambiental, com Base em Análise Multicritério, em Zona de Amortecimento de Unidades de Conservação.** Anais do 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina - EGAL 2009, Montevideo - Uruguai. 2009.

IBGE. **Avaliação Planialtimétrica de Dados ALOS/PRISM. Estudo de Caso: Itaguaí (RJ).** Relatório 2009. Rio de Janeiro: IBGE. 32 p. 2009.

LAGEOP – Laboratório de Geoprocessamento. **Manual Operacional do Programa Vista SAGA.** Rio de Janeiro: LAGEOP / UFRJ, 2007. 64 p.

OLIVEIRA, I. M. de & COSTA, S. M. F. da. **Monitoramento da Expansão Urbana, Utilizando Dados de Sensoriamento Remoto – Estudo de Caso.** Anais X SBSR, Foz do Iguaçu, 21-26 abril 2001, INPE, p. 1131-1138, Seção Técnica Oral, Iniciação Científica.